

經濟部產業發展署 115 年度 金屬機電產業製造轉型升級推動計畫



八月份



金屬產業
淨零趨勢觀測月刊





目錄

壹、國內外政策法規	1
一、歐盟 CBAM 網路研討會摘要：認證與查驗全解析	1
二、歐盟執委會公布 CBAM 正式實施期指引文件	6
貳、金屬產業減碳重要新聞	11
參、金屬產業淨零專欄	20
一、電線電纜產業概況	20
二、電線電纜產業能源消費與溫室氣體排放	21
三、國內外電線電纜產業之減碳策略與作法	24
四、減碳路徑與未來展望	27





圖目錄

圖 1 CBAM 標準查驗十步驟	3
圖 2 2021~2025 年臺灣電線電纜產業產銷統計	20
圖 3 2016~2025 年臺灣電線電纜產業能源消費量	21
圖 4 2016~2025 年臺灣電線電纜產業碳排量與碳密集度	22
圖 5 臺灣電線電纜產業製程碳排放熱點	23
圖 6 臺灣電線電纜產業溫室氣體排放減碳路徑	28

表目錄

表 1 國內電線電纜業者減碳作法整理	26
--------------------------	----

委託單位：經濟部 產業發展署

執行單位：金屬工業研究發展中心 產業研究組

著作權所有，非經產業發展署書面同意，不得翻印或轉載



壹、國內外政策法規

歐盟 CBAM 網路研討會摘要：認證與查驗全解析

一、前言

歐盟執委會稅務與關稅同盟總署 (DG TAXUD) 於 2026 年 7 月 16 日舉辦一場《成為 CBAM 查驗員：認證與查驗全解析 (Become a CBAM verifier:all about accreditation and verification)》的線上研討會。本研討會的核心目的在於因應自 2026 年 1 月 1 日起正式實施的 CBAM 財務調整，屆時授權申報人 (進口商) 所申報的產品「實際內含排放量」皆須經由歐盟國家認證機構 (National Accreditation Bodies, NABs) 認證之查驗員進行合規查驗方屬有效。為此，主辦單位邀集歐盟排放交易體系 (EU ETS) 查驗機構、各國認證機構以及潛在的 CBAM 查驗申請人，針對 CBAM 查驗員認證 (Accreditation)、排放查驗 (Verification) 實務流程、CBAM 登錄系統 (CBAM Registry) 註冊與協作，以及最新實施規章下的內含排放計算方法論 (Methodology) 進行法規深度解析與實務對接指南，藉此協助歐盟境內外的查驗機構及早準備、順利取得認證資質並落實合規。

二、重點摘錄

(一) CBAM 查驗員認證 (Accreditation) 機制與各國準備進度

1. 國家認證機構 (NAB) 與第三國申請開通狀態：

- 目前歐盟已有 24 家 NAB 同意提供 CBAM 認證，其中 13 家已準備好接受申請，7 家同意認證第三國 (非歐盟) 查驗機構。
- 已有 4 家 NAB (包括義大利 Accredia、荷蘭 RvA、波蘭 PCA 及瑞典 Swedac) 正式開始接受並處理第三國查驗機構的申請。

2. 認證申請規範：

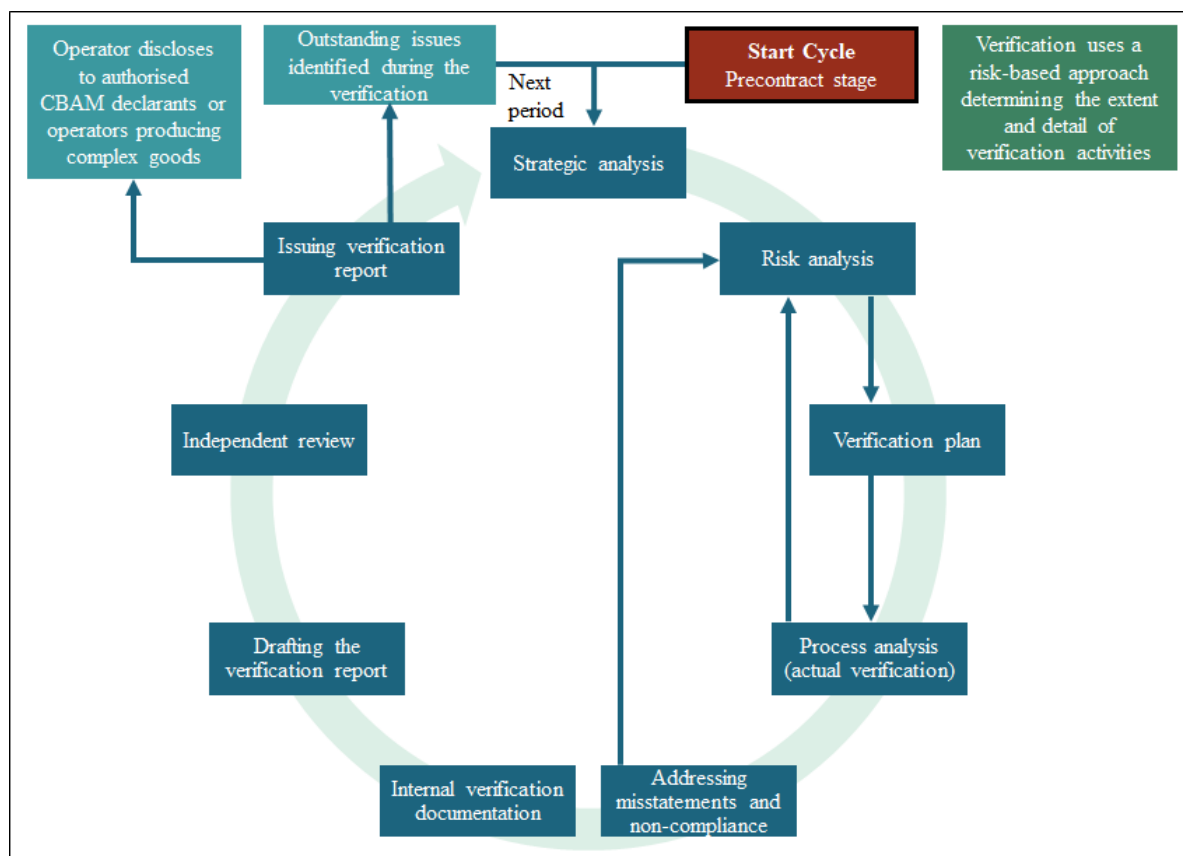
- 申請查驗員認證需完全符合 EN ISO/IEC 17029 與 EN ISO 14065，並與 CBAM 專屬法規一併適用。

- 申請文件需包含：內部管理系統 (包括風險應對、內部審計政策等)、查驗人員能力確認程序、公正性與獨立性保證 (含員工規範) 及內部查驗文件記錄。

3. **認證範疇 (Scopes of Accreditation)**：認證將依據產品類別劃分多個活動類別，如類別 I (水泥熟料/水泥製品)、類別 V-VIII (鐵、鋼及鋁製品等)，以及間接排放 (類別 LII) 等。

(二) CBAM 查驗 (Verification) 核心原則與標準流程

1. **查驗員責任升級**：查驗員負責確認數據正確性及第三國設施營運商的合規性。由於 CBAM 體系下沒有主管機關事先批准監測計畫 (Monitoring Plan, MP)，查驗員的責任比在 EU ETS 中更為重大，必須自行評估並驗證監測計畫是否符合法規 (且監測計畫、排放報告及查驗報告均需以英文準備)。
2. **三大核心查驗原則**：
 - **專業懷疑態度 (Professional Scepticism)**：在評估營運商提供的證據時必須保持批判與審慎態度。
 - **合理保證 (Reasonable Assurance)**：要求高強度的查驗活動，最終查驗意見須以積極措辭 (Positive wording) 表示該報告無重大錯報。
 - **重大性門檻 (Materiality)**：定量重大性門檻設定為特定內含排放量的 5% (依 CN 碼區分)。重大性非寬限或容忍區間，任何發現的錯報不論是否高於 5%，營運商皆必須修正。
3. **標準查驗十步驟流程**：合約前階段→戰略分析→風險分析→查驗計畫→過程分析 (數據與控制系統測試) →處理錯報與非合規事項→內部查驗文件紀錄→起草查驗報告→獨立審查(不可外包，須由未參與查驗的獨立審查員進行) →簽發查驗報告。



資料來源：European Union, *Become a CBAM verifier: all about accreditation and verification* (2026/07)/金屬中心 MII 整理(2026)

圖 1 CBAM 標準查驗十步驟

4. **實地訪視 (Site Visits) 要求：**原則上，CBAM 查驗應進行物理實地訪視，首個查驗年度必須實地訪視。其後，在風險、設施複雜度、遠端取證及無重大變更等條件均符合時，如緊接前一報告期已進行物理實地訪視，當年度可改採虛擬訪視；如緊接前兩個報告期均已進行物理實地訪視，當年度始可完全豁免訪視。

(三) 最新 CBAM 方法論更新 (Methodology Updates)

根據歐盟最新《方法論實施規章(Implementing Regulation (EU) 2025/2547)》，進入確定性階段後有以下關鍵更新：

1. 功能單位 (Functional Unit, FU) 的改變

- 通用規則是以相同 8 位 CN 碼項下產品的「噸數」作為功能單位。

- 特別例外：水泥改以「所含熟料噸數」(tonnes of clinker) 為單位；肥料以「所含氮公斤數」(kg of nitrogen) 為單位；電力則以「kWh」為單位。

2. 生產流程 (Production Processes) 的整合

- 確定性階段的生產流程改為與功能單位/CN 碼連結 (一組 CN 碼對應一個生產流程)，不可再依不同生產路線細分。引入**聯合生產流程** (Joint production process) 與**多功能生產流程** (Multifunctional production process) 的合併計算與分攤規則。
- **形狀與尺寸差異之強制合併**：針對「粗鋼、鐵鋼製品、未鍛軋鋁、鋁製品」等金屬類別，若產出的不同功能單位 (即 8 位 CN 碼產品) 僅在尺寸或形狀上有所差異，且在生產過程中所使用的前驅物(Precursors)在種類、數量與比例上皆相同，則強制 (Mandatory) 定義為**單一多功能生產流程**。
- **鐵鋼產品的製程分組層次**：第一層依 CBAM 涵蓋的鐵合金成分範圍分組；第二層依產品材質特性分組 (如非合金鋼、不銹鋼)；第三層則依生產製程是否會產生相關排放分組。

3. 系統邊界 (System Boundaries) 的調整

- **鋼鐵產品 (Iron or Steel products)** 系統邊界包含：預熱、重熔、鑄造、熱軋、冷軋、鍛造、退火、塗層、鍍鋅、拉絲、酸洗等製程步驟，但**排除電鍍 (plating)、切割 (cutting)、焊接 (welding) 與精整 (finishing)**。
- **鋁製品 (Aluminium products)** 系統邊界包含：燃料燃燒之直接排放，以及廢氣處理 (flue gas treatment) 所產生的製程排放；**排除切割 (cutting)、焊接 (welding) 與精整 (finishing)**。
- **實務疑義解析**：噴砂 (blasting) 與塗裝/油漆 (painting) 因屬於微量排放步驟，可被歸類為「精整 (finishing)」程序，因而排除在系統邊界之外。**委外鍍鋅 (galvanizing)** 則不論是在同一個設施內或在外包廠房

進行，鍍鋅程序皆明確屬於系統邊界內，其所產生的排放量必須納入計算。

(四) 查驗員關鍵行動指南

1. **建立帳戶與申請註冊 (自 2026 年 9 月 1 日起)**: 已獲認證的查驗員可建立 EU Login 帳戶，透過 CBAM 登錄系統的 O3CI 入口網站，向其認證所在國的國家主管機關 (NCA) 申請註冊，以利與第三國營運商協作並傳輸報告。
2. **年度申報文件包 (Reporting Package) 的轉變**: 進入確定性階段後，營運商支持進口商申報的文件轉變為正式的「年度營運商排放報告」(Annual operator's emissions report，作為查驗基礎)、「摘要排放報告」(Summary emissions report) 以及「申報人專屬附件(Declarant-specific addendum，僅在有使用實際電價查驗時提供)。

歐盟執委會公布 CBAM 正式實施期指引文件

一、前言

歐盟執委會稅務暨關務總署 (DG TAXUD) 於 2026 年 8 月 14 日公布一套共 10 份之 CBAM 指引 (Guidance) 文件，旨在協助非歐盟營運商在 CBAM 正式實施階段 (definitive period) 之執行。

本次公布之指引文件係針對 CBAM 利害關係人設計，尤其著重於歐盟境外生產 CBAM 產品之設施營運商、涉及合規流程之 CBAM 申報人與查驗機構。整套文件包括 4 份通用指引與 6 份產業別指引：

一、1 號指引 (Guidance No.1) CBAM 概念簡介：介紹正式實施期間，針對歐盟境外設施營運商之 CBAM 及其合規流程、角色與職責、重要時程、截止日期與豁免條款。

二、2 號指引 (Guidance No.2) 非歐盟營運商之快速指南：為生產 CBAM 產品之設施營運商提供 CBAM 排放監測核心概念之路徑圖，並指出整套文件更詳細資訊之出處。

三、3 號指引 (Guidance No.3) 碳含量之計算：針對受影響之 CBAM 產品生產者可能適用之監測、申報義務及建議。

四、4 號指引 (Guidance No.4) 免費配額調整計算：說明如何依據歐盟排放交易系統 (EU ETS)，確定免費配額可抵減 CBAM 憑證數量之調整方式及需要哪些資訊。

五、5a 至 5f 號指引 (Guidance No. 5a-5f) 特定產業別指引：分別針對 CBAM 產業，包括水泥、氫氣、化肥、鋼鐵、鋁、電力，提供生產流程、價值鏈、監測與申報考量事項之概述，並附有實際案例試算。

二、鋼鐵與鋁業相關之重點摘錄

鋼鐵產業的邊界定義為金屬工業奠定了基礎，而鋁業則在電解程序與特種氣體監測上有更為獨特的技術要求。

(一) 鋼鐵產業特定監測規範與技術實務

鋼鐵業作為 CBAM 首要納管對象，其監測指引的細微變動將直接轉化為跨國貿易中的經濟成本。營運商應體認到，2026 年後的合規不再僅是填報數據，而是必須建立起具備高度追溯性的技術邊界。

1. **產品類別與邊界定義：**根據 Guidance No.5d 的定義，鋼鐵產品被嚴格劃分為多個聚合貨品類別。其監測邊界範圍極廣，涵蓋從**燒結礦 (Sintered Ore , CN 2601 12 00)**、**生鐵 (Pig Iron)**、**直接還原鐵 (DRI)**至**粗鋼 (Crude Steel)**的完整價值鏈。每一類別皆有對應的系統邊界與特定前驅物要求，營運商必須精確對應 CN Code 以決定監測路徑。

2. 監測方法分析

- **高爐與電弧爐 (EAF) 製程：**高爐法需高度關注來自燃料與還原劑 (如焦炭、煤粉) 的直接二氧化碳排放。電弧爐法則以電力為主要投入，指引中明確規範「廢鋼 (Scrap) 歸零原則」。營運商需注意，CBAM 方法論將生產過程的廢料與廢棄物之碳含量視為零，並要求回報鋼鐵產品使用廢料量及其中預消費廢料占的廢料 / 廢棄物按碳含量處理，鋼鐵部門並另要求回報預消費廢料占比。這對於推動低碳再生鋼鐵的市場競爭力具有決定性意義。
- **前驅物核算與損耗邏輯：**對於螺絲、螺帽等複雜產品 (Complex Goods)，必須完整累計其前驅物 (如鋼線或鋼棒) 的嵌入排放。指引特別強調物理損耗的分配：若投入 100 噸前驅物僅產出 80 噸成品，則該成品的特定嵌入排放必須反映這 100 噸投入所產生的總量，這要求營運商具備極強的物料平衡核算能力。

- **泡沫氣泡法 (Bubble Approach) 的強制合併**：當設施內多條生產線產出相同功能單位的產品時，正式期指引提出更為嚴格的要求：若產品類別與功能單位一致，應定義為「單一生產程序 (Single Production Process)」，採用加權平均法核算。此舉旨在消除「選擇性申報 (Selective Reporting)」的空間，防止營運商僅出口低碳足跡生產線的產品。
 - **化學計量與特殊電力規則**：指引釐清「化學計量排放因子 (Stoichiometric emission factors)」在計算過程中的實務運作。2026 年後，列於 Annex II 的鋼鐵貨品原則上僅計入直接排放，但存在一項關鍵技術例外：若其前驅物（如燒結礦或氫氣）不屬於 Annex II，則該前驅物的電力間接排放仍必須併入最終鋼鐵產品的總嵌入排放核算中。
3. **分析層次**：營運商應預期，「廢鋼歸零」與「Annex II 電力排放排除」將引發全球鋼鐵產業鏈的重組。對於依賴高碳前驅物的長流程鋼廠，若無法在 2026 年前優化前驅物供應鏈，將面臨巨大的行政負擔與稅負挑戰，這構成了企業在全球低碳競爭中的戰略必然。

(二) 鋁業特定監測規範：電解與 PFC 排放控制

鋁業的高電力密集特性使其在 CBAM 體系下面臨嚴峻的轉型壓力，特別是在正式期對於原生鋁與再生鋁的區分監測與非二氧化碳溫室氣體的核算。

1. 特定製程監測

- **原生鋁電解**：監測核心在於電解槽的能源效率與陽極消耗量，這決定了直接排放的基本盤。
- **PFC 排放核算**：含氟碳化物 (PFCs) 是鋁業特有的排放挑戰。指引要求在「斜率法 (Slope Method)」與「過電壓法 (Overvoltage Method)」間進行技術選擇，以精確捕捉陽極效應導致的排放尖峰。
- **再生鋁熔煉**：側重於燃料燃燒排放及前驅物處理，相較於原生鋁，其數據品質評等 (Data Quality Rating) 的準確性更依賴於前驅物鏈的透明度。

2. **分析層次：**技術上，過電壓法雖具備更高的精準度，但其設備維護與監測成本亦相對較高。營運商必須在「高精準度降低預設值懲罰」與「高監測行政成本」之間進行取捨，這將直接影響其在數據品質評等中的最終得分。

(三) 查驗程序、合規義務與數據管理

第三方查驗不僅是行政流程，更是 CBAM 作為誠信機制的基石。在正式實施期，營運商的數據治理體系必須接受前所未有的外部檢驗。

1. 查驗基準與合規程序

- **認證與報告期：**查驗機構必須具備歐盟認可的專屬類別認證資格。查驗報告必須嚴格對應「報告期 (Reporting Period)」，即產品實際生產的日曆年度。
- **監測計畫的嚴謹性：**營運商必須以英文撰寫並提交監測計畫。指引重申，若營運商因技術限制欲採用替代監測方法，必須提出不合理成本須比較改善措施成本與效益；效益按改善因子乘以每噸 CO₂e 80 歐元計算，且每年累計不超過 4,000 歐元的改善通常不得視為不合理成本。
- **紀錄保存與追溯：**根據指引要求，所有相關數據、憑證與監測紀錄需保存至少 6 年。這意味著歐盟有權對過去六年的排放紀錄進行溯及既往的審核與查驗。

2. **分析層次：**對於中小型海外供應商而言，每噸 80 歐元的判斷標準具有顯著的成本壓力。這迫使供應商必須在早期便投入自動化監測系統，否則將在漫長的 6 年追溯期中面臨高度的法律與財務風險。

(四) 後續行動指南

授權申報人與營運商必須確保其碳核算邏輯完全符合 Methodology Act (Implementing Regulation 2025/2547)。正式期將不再允許過渡期的簡化預設值彈性，全面轉向實際數據核算。營運商應立即著手於 2026 年前的監測系統校準，特

別是複雜產品的前驅物追蹤系統。此外，針對涉及氫氣等新型還原劑的製程，應提早確立其電力排放與直接排放的切分邏輯，以應對歐盟的嚴苛審查。

正式期指引透過極高水平的透明度要求，實質上消除「碳洩漏」的技術灰色地帶。這不僅提升了低碳轉型的戰略高度，也將使具備優質監測數據能力的供應商在未來的歐盟貿易格局中佔據優勢地位。

貳、金屬產業減碳重要新聞

全球廢銅回收技術及企業應用

資料來源：Fortune Business Insights 2026/07/24

依 Fortune Business Insights 商業市場研究估計，全球銅廢料市場規模預估由 2026 年的 739 億美元，成長至 2034 年的 1,149.7 億美元，年複合成長率為 5.7%。報導統整全球代表性企業在廢銅回收領域的作法及技術應用。

在廢銅收集、分類及分選部分，Sims Limited、European Metal Recycling(EMR)、Commercial Metals Company (CMC) 及 Jain Resource Recycling 分別從事廢銅採購、電氣設備及電纜回收、銅廢料採購及交易，及電子廢棄物回收，並採用 X 射線螢光光譜 (X-ray Fluorescence, XRF) 分析、人工分選、機械分選及渦電流分選等方式處理。其中，Sims 利用 XRF 確認合金組成，CMC 運用渦電流分選去除混合廢料中的鋁。

在廢銅回收及冶煉方面，Aurubis 利用回收熔爐處理報廢材料並生產高純度銅陰極；Hindalco 將銅廢料供二次冶煉及銅桿生產使用；Glencore 則透過全球商品交易網路採購及處理銅廢料，將次級原料供應至冶煉廠。

目前回收技術已包括 AI 掃描器、光學分選及濕法冶金，分別用於辨識廢料品質、辨識混合廢料中的銅等級，以及從電子廢棄物中萃取銅。未來技術則包括區塊鏈追溯、都市採礦及移動式處理設備等。

【新聞評析】

報導顯示，全球廢銅產業正朝向技術升級與永續化發展，業者透過設備升級與流程改善，持續提升回收純度與資源利用效率。隨著 AI 分選、光學辨識及濕法冶金等技術逐步導入，廢銅回收亦由傳統高能耗、高排放處理模式，朝向高效率、低環境負荷及精密分選轉型。儘管各企業採取的技術路線有所差異，但發展方向均聚焦於提升回收效率、降低污染，並強化再生原料品質與供應鏈可追溯性。未來在電氣化、電網建設及資料中心等需求持續推升全球銅消費的背景下，二次銅將不僅是補充原生銅供應的重要來源，其品質穩定性與供應能力亦將逐漸成為銅產業競爭力的重要一環。

巴西鋁廢料出口至中國增加 590% 國內再生鋁料源趨緊

資料來源：Alcircle 2026/08/07

巴西廢鋁出口量持續增加，其中約 80% 輸往亞洲；輸往中國大陸的廢鋁量較 2022 年增加 590%，目前已占巴西廢鋁總出口量近 1/4。廢鋁出口增加使巴西國內回收業者取得原料更加困難，如 Novelis 去年關閉 Juiz de Fora 的廢鋁收集中心，並表示當地可取得的材料不足；回收業者 Alumini1 亦表示，供應商轉向出口市場後，曾一度面臨廢鋁取得困難。

巴西鋁業協會指出，廢鋁出口持續增加恐不利國內再生鋁應用擴散。再生金屬目前約占巴西鋁供應量 57%，在國際市場碳排要求趨嚴下，巴西鋁業協會已提出出口管制或優先供應國內市場等措施。

【新聞評析】

在碳定價制度與地緣衝突帶來的供應鏈擾動下，再生鋁材逐漸成為重要的在地料源，亦是鋁材供應鏈韌性的重要因子。部分國家因此針對廢鋁材出口施行或研議相關措施，如阿拉伯聯合大公國之杜拜，於 2026 年 6 月 10 日至 10 月 8 日間，暫時限制包括鋁在內的特定金屬廢料出口；歐盟則預計針對廢鋁出口研議相關限制措施，據 Reuters 引述業界消息，暫定於 9 月提出。美國雖未直接限制廢鋁出口，但其鋁材關稅及國內投資政策可能改變境內鋁材生產與原料需求，對廢鋁流向的影響仍須依實際貿易數據持續觀察。

回到我國，截至 2026 年 7 月，我國廢鋁材淨出口約 6.9 萬公噸；同時，進口來源以歐盟 (23.2%)、美國 (13.2%) 與英國 (8.7%) 為主。若歐盟開始限制廢鋁出口，將影響我國既有進口來源；美國目前雖未採取廢鋁出口限制，其持續強化境內鋁產業及原料供應，相關政策影響有待持續觀察。

企業廠內下腳料具有來源清楚、材質較單純及分選較容易等特性，可作為業者掌握料源的方式之一；此外，消費後廢鋁仍是再生鋁的重要來源，若國際廢鋁貿易政策持續調整，我國除需分散進口來源，亦應持續擴充國內回收料源，以降低對特定進口來源的依賴。

New Zealand Steel 啟用電弧爐年減逾 45%排放

資料來源：Australian Manufacturing 2026/08/10

New Zealand Steel 在 Glenbrook 鋼廠啟用新建電弧爐 (EAF) 取代原有氧氣煉鋼爐，並停用 4 座燃煤窯中的 2 座，預期將使廠區煤炭用量減半；目前已完成首爐商業生產，此項轉型可使廠區溫室氣體排放年減逾 45%。

新 EAF 將使用當地供應的廢鋼及再生能源電力，New Zealand Steel 已與 Sims 及 GMS 簽訂廢鋼供應協議，將過去出口的數十萬公噸廢鋼轉為留在紐西蘭境內回收使用；電力則由 Contact Energy 供應再生能源電力。

此次 EAF 建置獲紐西蘭政府最高 1.4 億紐元共同投資，且在施工期間 Glenbrook 鋼廠維持營運並持續生產，年產約 65 萬公噸鋼材。New Zealand Steel 的姊妹公司 Pacific Steel 預計成為首家將 EAF 生產鋼材推向市場的業者，其中 PACIFIC™預計於 2026 年稍晚推出，PACIFIC DCRB®則定位為較低碳的國產鋼筋產品。

電池供應鏈減碳 亞洲設施成低碳化重點

資料來源：Reuters 2026/08/10

西方各國為降低對進口關鍵礦物的依賴，積極推動國內礦業開發；然而，大型礦業計畫從取得許可、融資至建設完成，往往需要 10 年以上。相較之下，亞洲既有加工產能已供應全球電池及潔淨技術供應鏈，透過低碳化改造可較快進入相關市場，並生產具較低排放、可追溯的材料。

根據國際能源總署 (IEA)，銅、鋰、鎳、鈷、石墨及稀土等六項關鍵能源礦物，前三大精煉國占全球精煉產量 86%，其中，中國大陸主導多數材料、印尼則主導鎳精煉。以印尼鎳業為例，其加工設施多使用工業區旁自備燃煤電廠，2025 年 7 月自備燃煤裝置容量約 19.3GW，約占全國五分之一，使大量碳排嵌入鎳電池供應鏈。隨歐盟針對電池的法規 (EU 2023/1542) 逐步要求揭露碳足跡及相關資訊，電池供應鏈對材料碳足跡及可追溯性的要求也持續提高。報導認為，相較於重新開發礦業及加工產能，協助亞洲既有加工設施進行低碳化改造，可望較快形成低碳材料供應能力。

【新聞評析】

美國近年持續強化潔淨能源供應鏈管理，原《降低通膨法案》(IRA) Section 30D 曾透過受關切外國實體 (FEOC) 規範，限制符合潔淨車稅額抵減資格的電池使用由特定外國實體供應的關鍵礦物與電池組件；2025 年再新增受禁止外國實體(PFE)規範，將部分潔淨能源稅額抵減的資格判斷延伸至企業持股、技術授權及實質控制等關係，以降低特定外國實體對供應鏈的影響。歐盟除《電池及廢電池規則》(Regulation(EU) 2023/1542) 外，亦透過《關鍵原物料法》(CRMA) 推動供應鏈多元化，設定 2030 年目標，使任一戰略原物料在相關加工階段，來自單一第三國的比例不超過歐盟年度消費量的 65%，以降低對單一國家的供應依賴。

由於上游鎳原料及硫酸鎳的碳排表現會反映在電池材料的產品碳足跡上，隨著國際車廠及電池業者提高對材料減碳與碳足跡的要求，我國硫酸鎳業者亦根據下游客戶及市場需求調整原料採購來源，並逐步推動減碳措施，如康普的硫酸鎳產品已完成產品碳足跡盤查及第三方查證，並持續推動能源效率提升、再生能源及鈷、鎳金屬回收

技術開發；美琪瑪則導入節能設備及太陽光電系統。整體而言，國內部分業者已逐步將減碳管理由廠內能源使用延伸至產品碳足跡與製程改善，以因應下游電池供應鏈對減碳的需求。

太陽光電板成為具潛力的再生鋁料源

資料來源：AL Circle Newsletter 2026/08/12

全球太陽能光電裝置容量截至 2025 年底達 2.4TW，隨裝置量快速成長，退役太陽能板也將形成新的回收料來源。國際再生能源署 (IRENA) 預估，全球太陽能板廢棄物將由 2021 年 20 萬公噸增至 2030 年 400 萬公噸、2040 年接近 5,000 萬公噸，2050 年更可能逾 2 億公噸。太陽能板含鋁、銀、矽、銅及玻璃等可回收材料；IRENA 估計，2040 年回收材料可滿足太陽光電產業成長所需約 20% 的鋁及銅，以及 70% 的銀。

歐盟自 2014 年起依廢電機電子設備指令 (WEEE) 將太陽能板納入回收管理，並設定退役面板 85% 的收集目標，以及收集後 80% 再使用或回收的目標。然而，退役面板具有料源分散、單一地區數量有限等問題，可能使回收材料價值低於收集及處理成本。包括歐盟在內，多個國家及地區已導入生產者延伸責任 (EPR)；歐盟則正發展太陽能板及逆變器回收性評分制度，另因跨國運輸限制而產生設置區域回收中心的需求。

VDMA 籲 DPP 聚焦中間鋼品 避免延伸下游

資料來源：VDMA 2026/08/13

德國機械設備製造業聯合會 (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, VDMA) 支持《永續產品生態設計規章》(Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR) 推動永續、循環及價值鏈透明度，但認為規範應聚焦於鋼鐵中間製品，如鋼胚、鋼板、棒材、管材及型鋼。至於含有鐵或鋼的機械、零組件、備品及組件等最終產品則不應納入。

數位產品護照 (Digital Product Passport, DPP) 方面，VDMA 主張其應與原始鋼鐵製造商及該中間產品綁定，僅反映產品首次上市時的資訊，並採靜態設計；不應於後續每個加工階段重新核發，也不應被要求沿供應鏈強制傳遞及追蹤。VDMA 並質疑 DPP 沿價值鏈追蹤是否能帶來相應的環境效益，如鋼材報廢後通常透過既有的收集、分類及回收流程進行處理，回收業者並非依據原始 DPP 逐一追蹤鋼製零件，原始 DPP 持續追蹤未必能帶來相應的環境效益。此外，機械的生命週期排放主要來自使用階段，故鋼材雖占產品重量 80%至 90%，也可能僅占其整體生命週期排放約 5%。

綜上論述，VDMA 呼籲歐盟採取明確且具可行性的規範，避免 DPP 沿著複雜的製造與供應鏈產生級聯義務 (cascading obligations)。另就化學物質資訊，VDMA 主張沿用 REACH (Regulation (EC) No 1907/2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) 既有制度，以避免與 ESPR 產生重複申報。

歐盟調整 Thyssenkrupp 綠鋼廠氢能補助條件

資料來源：Reuters 2026/08/13

德國鋼廠 Thyssenkrupp 針對位於杜伊斯堡(Duisburg)的綠色鋼鐵廠補助計畫，與歐盟及德國政府進行最後階段協商。該計畫涉及約 30 億歐元(約 35 億美元)資金，其中三分之二由德國聯邦政府及 Thyssenkrupp 所在邦提供。

原補助規劃以導入氢能為前提，然而目前歐洲綠氢價格仍不具競爭力，使原規劃條件難以實現。為使初期不使用氢能的情況下仍能持續撥付補助，Thyssenkrupp 已與德國政府及歐盟協商修訂補助架構，修訂後將允許鋼廠初期使用天然氣，後續再逐步轉換至氢能。

歐盟執委會已核准補助規則修訂方案，並確認符合歐盟國家補貼法規；德國聯邦政府可據此調整補助決定，新補助規則隨後生效。

【新聞評析】

從德國鋼廠案例可見，鋼鐵業減碳路徑在實際推動過程中，仍須配合技術成熟度、能源供應條件及成本變化，適時滾動檢討與調整。其綠色鋼鐵計畫原以氢基直接還原為核心，但受限於綠氢供應量不足、價格偏高及基礎設施尚未完備，現階段轉採較具彈性的過渡方式，反映氢冶金由示範走向大規模商業化，仍有能源與經濟性門檻待克服。對我國而言，鋼鐵業者亦持續投入製程節能、低碳鐵源及氢能等技術研發與驗證，未來在實際推動過程中，同樣可能因技術成熟度、能源供應及成本條件變化，適時調整減碳路徑。因此，除企業持續投入外，政府政策應考量排放強度、氢能轉換條件、定期資訊揭露及未達減碳目標時的補助調整或追回機制，以回應社會期待，並維持公共補助的正當性。在兼顧減碳目標、產業競爭力及供應穩定下，逐步推進產業轉型。

循環雙法上路 產業 2 年調適期

資料來源：工商時報 2026/08/16

《資源循環推動法》與《廢棄物清理法》循環雙法，因涉及產品及產業範圍廣，包含事業廢棄物再利用及產品綠色設計等，預估後續將修訂超過百項子法，未來兩年（2026 至 2028 年）將為產業調適緩衝期。

與金屬產業較相關的配套子法包括：（1）針對電子、包裝及紡織等產業制定綠色設計與源頭減量規範；（2）新增循環標誌，並推動與國內外相關標章接軌；（3）整併跨部會管理辦法，協助不同產業調適。

雙法將形成獎勵驅動與科技控管雙重力道，《資源循環推動法》著重綠色設計、沙盒實驗及永續金融；《廢棄物清理法》則導入智慧監控與違法裁罰，提升環境治理效能。

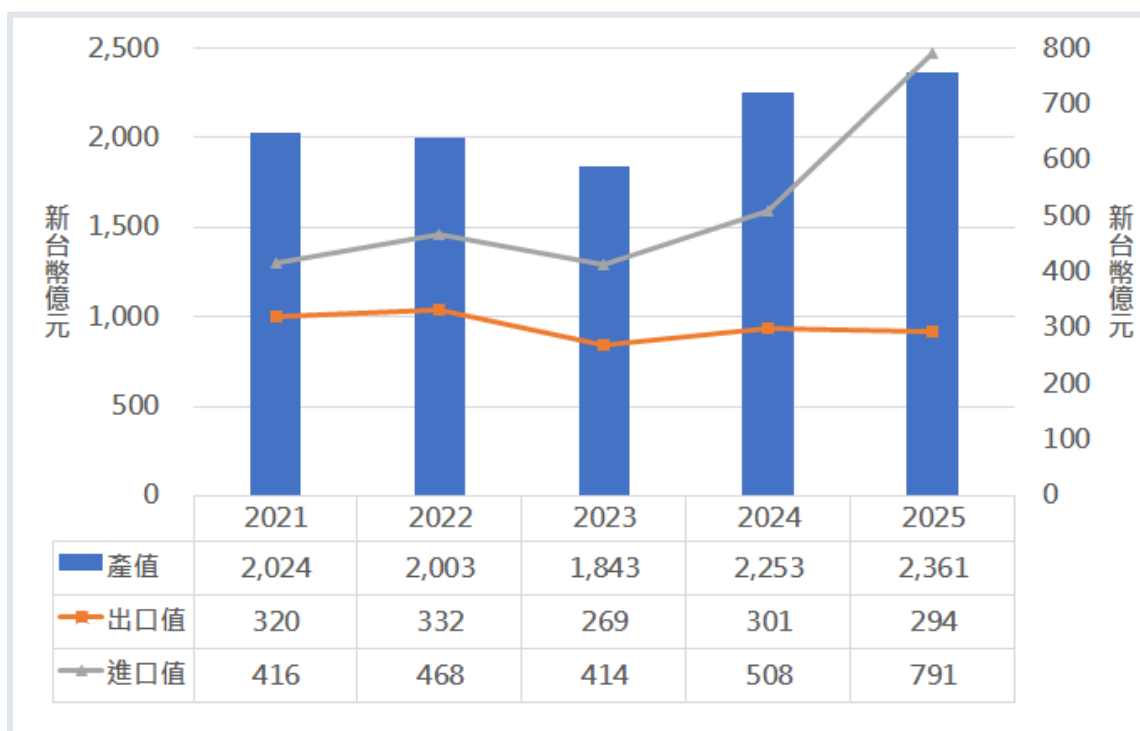
參、金屬產業淨零專欄

電線電纜產業減碳作法與淨零因應策略 金屬中心 謝宜蓁 產業分析師

一、電線電纜產業概況

根據行政院『中華民國行業標準分類』一書，電線及電纜製造業定義為從事電線及電纜（含光纖電纜）製造之行業，其產品可作為電力、電子設備、通訊及資料的傳輸媒介，屬於國家基礎工業之一。經濟部統計處工業產品分類將電線及電纜分為：裸銅線（Bare copper wire）、其他裸線（Other bare wire）、漆包線（Enameled copper wire）、電子線（Electronic wire）、電力用電線及電纜（Power wire and cable）、通訊用電線及電纜（Communication wire and cable）、光纜及光纖（Optical cable/fiber）等七個項目。

臺灣電線電纜產業相關工廠家數約 257 家，地理分布主要集中於北部地區（62.6%），其次為中、南部地區（各 18.7%）；從業員工數約 12,202 人。2025 年臺灣電線電纜產業產值達新台幣 2,361 億元，以內需市場為主。



資料來源：經濟部統計處/金屬中心 MII 整理(2026)

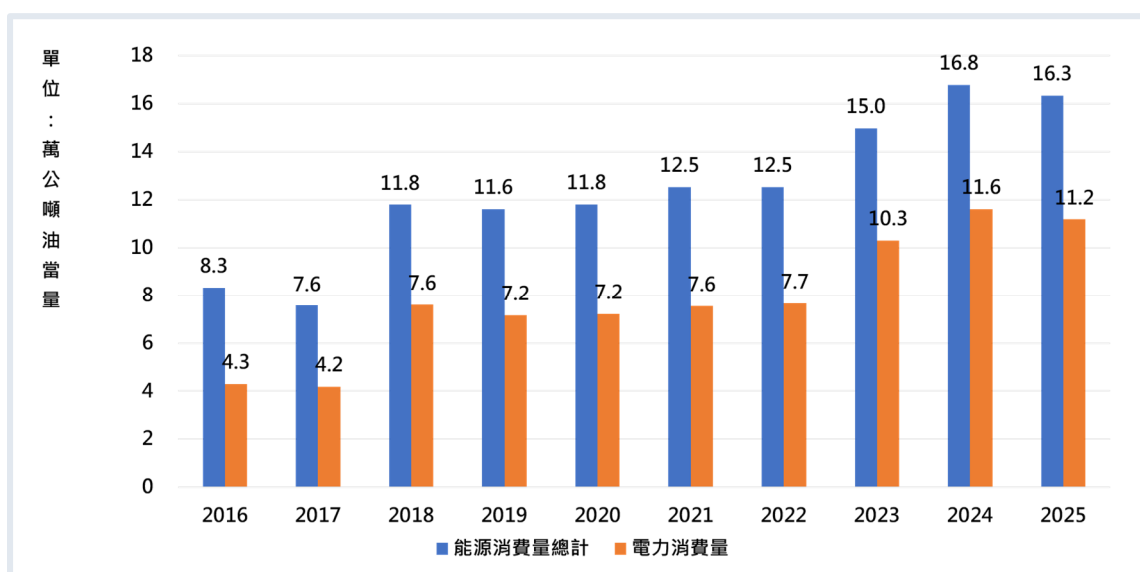
圖 2 2021~2025 年臺灣電線電纜產業產銷統計

在貿易方面，2025 年臺灣電線電纜出口金額為新台幣 294 億元，較前一年衰退 2.3%。臺灣電線電纜前五大出口國家分別為：美國（占 41%）、中國大陸（占 13%）、日本（占 11%）、越南（占 5%）以及菲律賓（占 3%）。累計前五大國家之出口值占總出口金額 72%。2025 年臺灣電線電纜產業進口金額為新台幣 791 億元，較前一年成長 55.6%。臺灣電線電纜前五大進口國家分別為：中國大陸（占 61%）、南韓（占 12%）、美國（占 4%）、荷蘭（占 3%）以及越南（占 3%）。累計前五大國家之進口值占總進口金額 84%。

二、電線電纜產業能源消費與溫室氣體排放

（一）能源消費

綜觀近十年我國電線及電纜產業能源消費量變化，自 2016 年 8.3 萬公噸油當量成長至 2025 年的 16.3 萬公噸油當量，十年複合年均成長率（CAGR）為成長 7.8%。這十年內我國電線及電纜業能源消費量占工業部門能源消費量的比例落在 0.33~0.8%，如【圖 3】所示。



資料來源：經濟部能源署能源平衡表/金屬中心 MII 整理(2026)

圖 3 2016~2025 年臺灣電線電纜產業能源消費量

在能源消費結構方面，電線電纜產業以電力為主要能源，其次為天然氣及原油與石油產品。2016–2025 年電力占比由 51% 提升至 68%；天然氣占比則由 34% 降至

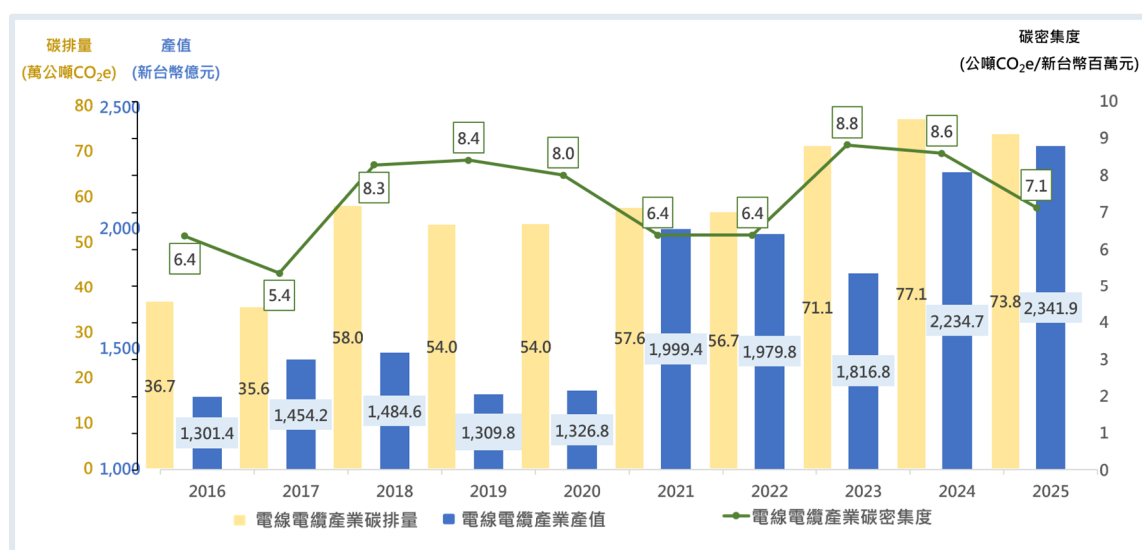
24%；原油及石油產品占比則由 14% 逐步降至 7%。整體而言，電線電纜產業能源消費結構呈現電力占比提高、原油及石油產品使用降低的趨勢。

(二) 溫室氣體排放

臺灣電線電纜產業溫室氣體排放估算方法主要是參考經濟部能源署公告的能源平衡表。由於電線電纜產業沒有對應的產業部門別，因此是由電線電纜（不包含光纖電纜）主要的材料銅金屬，所屬的非鐵金屬進行碳排推估。從能源平衡表求得非鐵金屬碳排量後，以銅金屬占非鐵產量占比推估碳排，再以電線電纜佔銅的產量比例進行碳排推估。依據臺灣經濟部能源署所公布能源平衡表為計算基礎，以 2025 年為例，非鐵金屬製造業之碳排量約為 161.7 萬噸 CO₂e。另一方面，依據經濟部統計處工業產銷存資料庫，2025 年非鐵金屬、銅金屬與電線電纜產業產量比為 100：39：46。因此，以產量比估算，2025 年臺灣電線及電纜產業碳排放總量約為 73.8 萬噸 CO₂e。

臺灣電線電纜產業近十年平均碳排量為每年 57.5 萬噸 CO₂e，年均複合成長率為 8.1%；而近五年平均碳排量每年 67.3 萬噸 CO₂e，年均複合成長率為 6.4%。由於電線電纜業的碳排變化與經濟活動、能源結構轉型高度相關，隨產業產值持續攀升，整體碳排量仍呈現逐年成長態勢。

另依據估算的碳排值與當年度之產業附加價值，2025 年度臺灣電線電纜產業能源耗用所產生碳密集度為 7.1 公噸 CO₂e/新台幣百萬元。

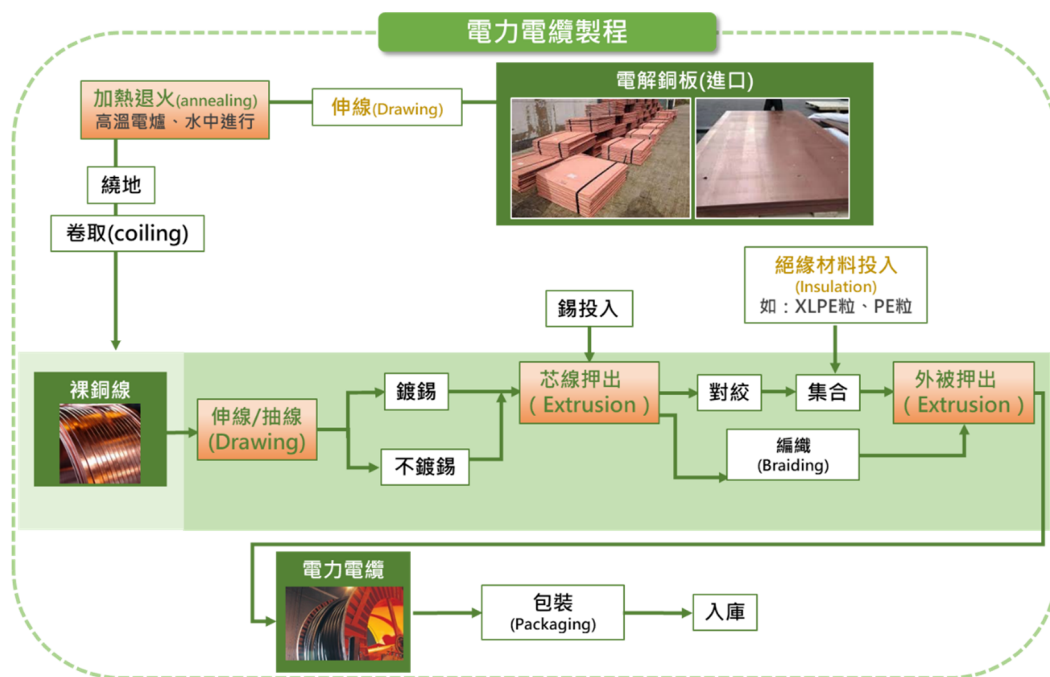


資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 4 2016~2025 年臺灣電線電纜產業碳排量與碳密集度

在電線電纜產業碳排量結構占比方面，以 2025 年為例，電力仍為大宗(占 82.2%)，其次依序為天然氣(占 12.6%)、原油/石油(5.1%)。整體而言，近十年電線電纜產業電力碳排放占整體比例上升(年均複合成長率為 2%)。

以電力電纜的製程為例，主要耗能是在加熱退火、伸線、芯線押出、外批押出等製程站點。其中，裸銅線半成品加工約占 20% 碳排量；裸銅線到製造成電力電纜這段加工製程約占 80% 碳排量，如【圖 5】所示。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 5 臺灣電線電纜產業製程碳排放熱點

三、國內外電線電纜產業之減碳策略與作法

(一) 丹麥 NKT 集團

丹麥 NKT 為全球主要電力電纜製造商之一，主要提供低、中、高壓電纜及海底電纜系統，產品廣泛應用於離岸風電、跨國電網互聯及電力基礎設施。NKT 以 2050 年實現全價值鏈淨零排放為長期目標，並透過製程改善、能源轉換及循環經濟等措施，逐步降低價值鏈各階段的溫室氣體排放。

在**製程改善**方面，NKT 持續提升工廠能源效率及製程效能。針對 2024 年收購之葡萄牙 Esposende 廠區，由於鋁熔煉製程仍高度依賴天然氣，NKT 透過提升熔煉爐能源效率，以降低燃料使用及直接碳排放。此外，NKT 約 94.4% 的溫室氣體排放來自產品使用階段，主要與電纜傳輸電力時產生的能源損耗有關，因此透過採用低電阻率材料、增加導體橫截面積及優化電纜設計，降低電阻與電力傳輸損耗，進一步減少產品生命週期碳排放。

在**能源轉換**方面，NKT 於 2024 年達成 100% 再生電力使用，主要透過能源屬性憑證 (Energy Attribute Certificates, EACs) 採購風力、太陽能、水力及地熱等再生能源，並規劃透過購電協議 (Power Purchase Agreements, PPAs) 支持再生能源開發，同時於工廠導入太陽光電系統。另自 2022 年推動天然氣淘汰計畫，目標於 2030 年前逐步停止天然氣使用，並透過製程及供暖電氣化降低化石燃料需求；對於難以完全電氣化的製程，則評估以沼氣等低碳燃料替代。

在**電纜安裝船**方面，NKT Victoria 已取得 DNV 認證，可使用加氫植物油替代傳統船用燃油；新一代電纜鋪設船 NKT Eleonora 則具備雙燃料能力，可使用電子甲醇及生物甲醇等低碳燃料，以降低船舶營運碳排放。

在**循環經濟**方面，NKT 將銅、鋁、鋼、聚乙烯 (PE) 及聚氯乙烯 (PVC) 列為五項高影響原材料，並以低碳材料採購及循環材料利用為主要策略。銅材料方面，除優先採購以再生能源生產的低碳原生銅，亦逐步增加回收銅使用；鋁材料則採購使用清潔能源熔煉的低碳鋁，並探索回收鋁的閉合迴路應用。PE 及 PVC 則導入具質量平衡 (Mass Balance) 認證的回收材料及生物基材料，以降低對傳統化石原料的依賴。

此外，NKT 亦推動 XLPE 及電纜廢料循環利用。由於交聯聚乙烯 (XLPE) 屬熱固性材料，較難重新熔融加工，NKT 與 RISE IVF、AXJO Plastic 及 Borealis 等合作夥伴開發機械回收技術，將生產過程中的 XLPE 廢料回收再利用，並應用於電纜卷筒、花盆及交通護欄柱腳等產品。對於退役電纜，則回收其中的銅、鋁等金屬材料，並提高生產廢料再利用率，將循環利用範圍由傳統金屬回收進一步延伸至 XLPE、PE、HFFR 及混合材料，以降低掩埋及焚化需求。

(二) 義大利 Prysmian Group

義大利 Prysmian Group 為全球主要電纜及系統製造商，業務涵蓋電力傳輸與配電、電信及數位解決方案，並以支援能源轉型及電網低碳化為重要策略方向。集團將減碳由營運階段的範疇一、範疇二延伸至原物料採購、產品使用及整體價值鏈的範疇三。2025 年，Prysmian 宣布加速淨零策略，目標於 2035 年前在整體價值鏈達成淨零排放，並以 2019 年為基準，2035 年範疇一、二及範疇三排放均降低 90%。

在**製程改善**方面，Prysmian 規劃投入 **1.2 億歐元**推動工廠能源效率提升、製程電氣化及六氟化硫 (SF₆) 減排，預計至 2035 年每年可避免超過 10 萬噸 CO₂e 排放。同時，Prysmian 重視產品使用階段的能源損耗，約 85% 的溫室氣體排放來自產品使用階段，主要與電纜運作期間的焦耳熱損失有關，因此透過 E3X® 架空導線、動態線路評級 (Dynamic Line Rating, DLR)、低電阻導線、加大導線截面積及先進絕緣材料等技術，降低電力傳輸損耗。

在**能源轉換**方面，Prysmian 透過購電協議 (Power Purchase Agreements, PPAs)、再生能源憑證 (Renewable Energy Certificates, RECs) 等方式提高再生電力使用比例；對尚未完成電氣化的能源需求，則導入生質柴油 (biodiesel) 及生物甲烷 (biomethane) 等低碳燃料，並逐步推動加熱及製程氣體設備電氣化。至 2035 年，預計每年投入約 3,000 萬歐元於再生能源及永續燃料。

在**循環經濟**方面，Prysmian 以銅、聚乙烯 (PE) 及鋁等主要原材料為重點，提高再生及低碳材料使用比例。銅材料擴大採用再生銅，PE 則結合機械回收、化學回收及生物基材料；鋁材料則透過供應商合作及低排放生產技術，提高低碳及再生鋁採購比例，2025 年低碳鋁已占總鋁採購量 50% 以上，藉此降低原材料階段的碳排放。

(三) 國內業者

國內電線電纜業者透過**製程改善**實現減碳，主要作法包括：強化逸散性溫室氣體 (SF₆) 洩漏管理以降低電力設備維護過程排放、推動燃氣鍋爐餘熱回收與碳捕捉技術評估以降低燃燒排放，並導入智慧監控系統以數位化方式掌握產線耗能狀況。在**能源轉換**方面，優先擴大太陽能等再生能源裝置與採購比例，並取得 ISO 50001 能源管理系統驗證，設定年度節能目標，同步汰換高耗能設備與燈具。在**循環經濟**方面則包含：廢銅、PVC 等製程廢料回收再利用，以及冷卻水、製程清洗水等水資源回收再利用。

表 1 國內電線電纜業者減碳作法整理

減碳策略	內容說明
製程改善	一、 逸散性溫室氣體洩漏管理 ：針對電纜接續器材校驗與維護過程使用之六氟化硫(SF ₆)絕緣氣體，優先改善設備與管線並執行定期查漏、止漏作業，同時評估以其他絕緣材料逐步替代 SF ₆ ，降低逸散排放。 二、 燃氣設備餘熱回收與碳捕捉評估 ：針對加熱熔解電解銅板等製程所需之燃氣鍋爐，進行設備改善可行性評估，並規劃導入餘熱回收及碳捕捉再利用技術，以降低固定燃燒源排放。 三、 智慧監控與數位化能源管理 ：建置智慧型工廠能源監控系統，於用電大戶設備裝設感測器並即時監測用電效率，透過數位化管理即時掌握產線耗能狀況，作為節能改善之依據。
能源轉換	一、 建置太陽能發電系統並擴大綠電採購 ：廠房裝設太陽能光電系統，並設定再生能源使用比例階段性目標，逐步降低外購化石能源電力占比。 二、 能源管理系統驗證與高效設備汰換 ：取得 ISO 50001 能源管理系統驗證並設定年度節能目標，透過高效率設備汰舊換新、汰換為 LED、T5 等省電燈具，持續提升整體用電效率。
循環經濟	一、 製程廢料回收再利用 ：推動廢銅、PVC 等生產廢料分類回收管理，並提升物料再利用比例，朝零廢棄目標邁進。 二、 水資源回收與製程再利用 ：落實用水管理，將冷卻水、製程清洗水等回收再利用於生產環節，降低整體用水需求及對環境之衝擊。

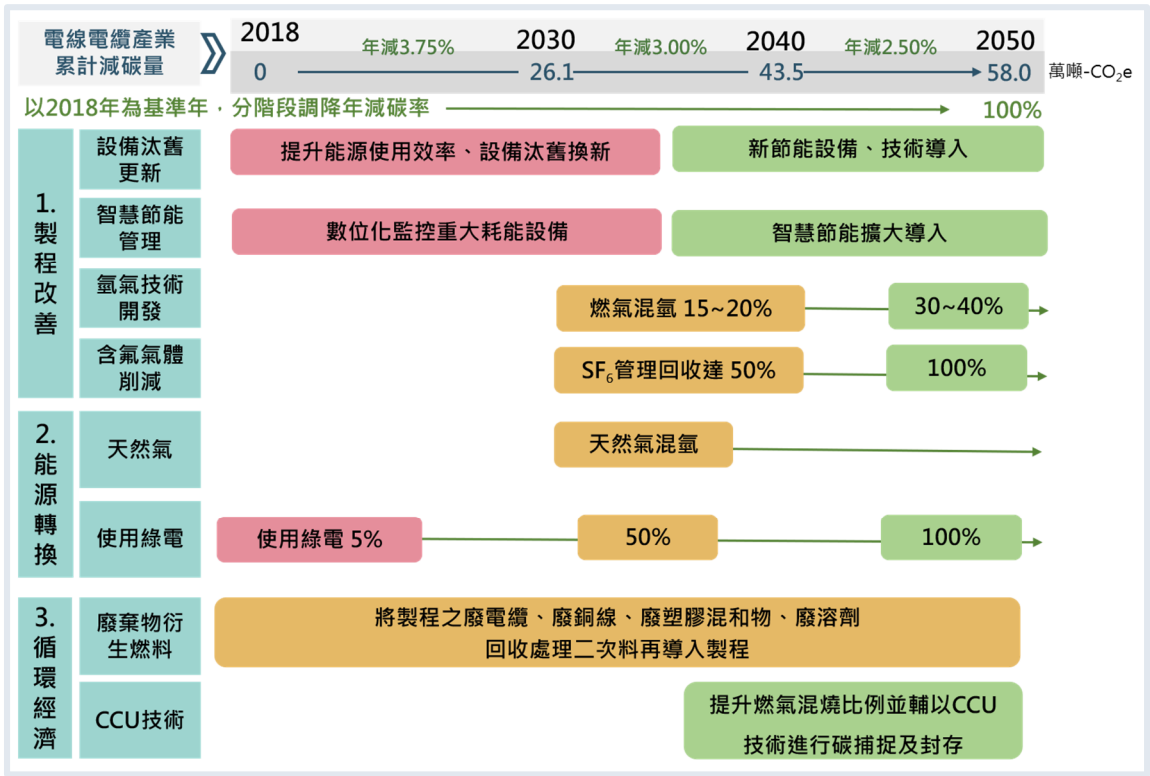
資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

四、減碳路徑與未來展望

電線電纜產業在目前相關的淨零法規中尚未被列入優先管制的範疇，多數臺灣中小型廠商的減碳工作處於起步階段。

若以 2018 年 58 萬噸 CO₂e 為基準，設定 2018–2030 年每年減少基準年排放量 3.75%，2030 年累計減碳量達 26.1 萬噸 CO₂e；2030–2040 年每年減少基準年排放量 3%，2040 年累計減碳量達 43.5 萬噸 CO₂e；2040–2050 年每年減少基準年排放量 2.5%，2050 年累計減碳量達 58 萬噸 CO₂e，達成淨零排放目標。為達上述減碳目標，建議臺灣電線電纜產業從製程改善、能源轉換及循環經濟三面向，實現淨零排放路徑如下：

- **製程改善**：電線電纜產業多以電力為主要來源，可以透過節能設備與技術導入、數位化監控設備耗能與節電管理、開發低碳生產技術如燃氣混氫、SF₆ 管理回收技術等進行減碳。
- **能源轉換**：短期擴大天然氣混氫應用及綠電採購；中長期則持續提高再生能源使用比例，朝 100%綠電目標邁進。
- **循環經濟**：短期推動廢銅、PVC 廢料、餘熱及冷卻水回收再利用；中長期擴大燃氣混燒比例，並輔以導入 CCU 技術進行碳捕捉與封存。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 6 臺灣電線電纜產業溫室氣體排放減碳路徑

如欲索取完整減碳報告，請洽謝產業分析師《ychsieh@mail.mirdc.org.tw》